

## 明 細 書

### 過熱防止デバイスおよびこれを備える電気装置

#### 技術分野

[0001] 本発明は電気装置、例えば二次電池の過熱を防止するための過熱防止デバイスに関し、より詳細には、PTC素子などの温度に応じて抵抗が変化する可変抵抗素子を用いた過熱防止デバイスに関する。更に、本発明はこのような過熱防止デバイスを備える電気装置に関する。

[0002] 尚、「PTC素子」とは、電気／電子回路技術の分野において知られているように、正の温度係数(Positive Temperature Coefficient)を有するサーミスタを言う。PTC素子の温度が比較的低いとき(例えば常温時)は、その電気抵抗も低いが、PTC素子の温度がある温度(以下、トリップ温度と言う)を超えると電気抵抗が急激に増加する。本明細書において、PTC素子の前者の状態をLow状態、後者の状態をHigh状態とも言うものとする。PTC素子のこのような温度依存電気特性(または抵抗変化)は可逆的である。

#### 背景技術

[0003] 近年、携帯電話などの電子／電気機器に内蔵される二次電池の過熱を防止するためにPTC素子が用いられている(例えば特許文献1を参照のこと)。

[0004] 1つの例として、このような過熱防止用PTC素子が組み込まれた従来の電気回路のブロック図を図4に示す。図示するように、従来の電気回路60においては、電子／電気機器(図示せず)に内蔵される二次電池61が端子67aおよび67bを介してアプリケーション回路63と電気接続されている。また、二次電池61とアプリケーション回路63との間にはPTC素子65が直列に挿入されている。このようなPTC素子65は、二次電池61の温度異常を検知し得るように電子／電気機器の内部にて二次電池61に密着して配置される。

[0005] 上記のような電気回路60にて二次電池61を電源として用いてアプリケーション回路63を駆動させると、二次電池61における放電反応で発生する熱により二次電池61の温度が上昇し得る。二次電池61の温度上昇につれてPTC素子65の温度も上昇

するが、通常の状態ではPTC素子65はトリップ温度未満であり、Low状態にある。このとき、PTC素子65の抵抗値は十分に低いので、二次電池61の放電に実質的に影響を与えない。

[0006] しかし、二次電池61における放電反応が過度に進行し、温度異常(異常発熱)を示すことが想定され得る。このような場合、二次電池61の熱的影響を受けてPTC素子65の温度がトリップ温度を超えると、Low状態からHigh状態に遷移(トリップ)して、PTC素子65の電気抵抗が急激に増加する。これにより、PTC素子65に流れる電流、即ち、二次電池61に流れる電流が著しく制限されることとなる。以上のようにして、二次電池61の温度異常をPTC素子65により検知して、二次電池61の過熱を防止することができる。温度異常の要因が除去されれば、PTC素子65はやがて元のLow状態に復帰する。

[0007] また、PTC素子65は上述のような二次電池61の過熱防止に加えて、過電流防止の機能をも果たす。

[0008] 過電流が生じていない通常の電流状態ではPTC素子65はLow状態にあり、二次電池61の放電に実質的に影響を与えない。しかし、電気回路60に流れる電流が過大となると、PTC素子65にてジュール熱が顕著に発生する。やがてPTC素子65の温度がトリップ温度を超えると、Low状態からHigh状態に遷移して、PTC素子65の電気抵抗が急激に増加し、二次電池に流れる電流が著しく制限されることとなる。これにより、PTC素子65は二次電池61に流れる電流異常を検知して、過電流を防止することもできる。

[0009] PTC素子は、当該技術分野において知られているように、可逆的な温度依存電気特性(抵抗変化)を有するため、繰り返し使用可能(またはリセッタブル)である。このため、PTC素子を二次電池の過熱防止等に利用すると、ヒューズのように使用する毎にこれを交換する必要がないという利点がある。

[0010] 特許文献1:特開2001-102039号公報

特許文献2:特表2002-528874号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0011] 図4を参照して上述したような従来の電気回路60において二次電池61の温度異常を検知するためには、二次電池61の熱がPTC素子65へ十分に伝わる必要がある。このため、二次電池61の温度異常(または異常発熱)が、PTC素子65の密着部から離れた部分において局所的に生じている場合、二次電池61の温度異常が生じてから、これをPTC素子65により検知するまでに(即ち、PTC素子65の温度がトリップ温度を超えるに至るまでに)時間的な遅れ、即ちタイムラグを生じていた。このタイムラグが大きいと、二次電池の温度異常により起こり得る問題を十分に解消できなくなるため、タイムラグはなるべく小さいことが望ましい。

[0012] タイムラグを短縮するために、例えば図4の電気回路60において、1つのPTC素子65に代えて、直列接続された複数のPTC素子(例えば特許文献2を参照のこと)を二次電池61とアプリケーション回路63との間に直列に挿入し、これらPTC素子を二次電池61の複数箇所と密着させて配置することも考えられ得るであろう。しかしながら、PTC素子の数が増えるにつれてそれらの合成抵抗が大きくなり、PTC素子による電圧降下が無視できなくなる。よって、このような回路構成では、1つのPTC素子を用いる従来の回路構成(図4を参照のこと)に比べて、二次電池の通常の状態において、電気回路本来の目的とは異なる過熱防止目的のために組み込まれたPTC素子によって消費される電力が増大し、電気装置の電力効率が低下するという新たな問題を生じることとなる。

[0013] この新たな問題を解決するため、Low状態における抵抗値が極めて低いPTC素子を複数個用いることも考えられ得る。しかし、このような低抵抗PTC素子はより抵抗の高いPTC素子に比べて占有空間が大きいと、実装スペースが限られている二次電池などに取り付けるには適さない。

[0014] 本発明は、上記のような従来の問題を解決すべくなされたものであり、本発明の目的は、例えば二次電池などの電気装置の過熱を効果的に防止することができる新規な過熱防止デバイスおよびこれを備える電気装置を提供することにある。

#### 課題を解決するための手段

[0015] 本発明の1つの要旨によれば、温度に応じて抵抗が変化する可変抵抗素子、例えばPTC素子を含む過熱防止デバイスであって、電気装置(電子装置を含む)に流れ

る電流を印加電圧に応じて制御するスイッチング素子を更に含み、可変抵抗素子は電気装置の所定の箇所に熱的に結合して配置され、所定の箇所が高温状態となったときにスイッチング素子の印加電圧を変化させて電気装置に流れる電流を遮断することができる、新規な過熱防止デバイスが提供される。

[0016] 従来は、温度異常の検知および温度異常を検知した場合の電流制限を可変抵抗素子のみで行っていた。このように可変抵抗素子(PTC素子)を単独で用いる従来の場合とは異なり、本発明の過熱防止デバイスは、可変抵抗素子とスイッチング素子とを適切に組み合わせて用いるものである。本発明の過熱防止デバイスにおいては、可変抵抗素子で温度異常を検知し、温度異常を検知した場合には、可変抵抗素子がスイッチング素子の印加電圧を変化させることにより、電気装置に流れる電流を遮断するように制御できる。よって、可変抵抗素子それ自体は電気装置に流れる電流を制限するものではなく、可変抵抗素子は電気装置に直列に接続する必要はない。従って、本発明の過熱防止デバイスによれば、電気装置の電力効率の低下を無視し得る程度に維持しつつ、電気装置の温度異常(特に、局所的な温度異常)を速やかに検知して過熱を効果的に防止することができる。

[0017] 更に、本発明の過熱防止デバイスは、通常の状態における抵抗が極めて低い可変抵抗素子を用いる必要がなく、占有空間がより小さい可変抵抗素子を用いることができるので、実装スペースが限られている電気装置に適用するのに好都合である。

[0018] 本発明の1つの態様によれば、二次電池を含む電気装置において、可変抵抗素子は二次電池に熱的に結合して配置される。このような態様では、二次電池の所定の箇所にて温度異常を検知して二次電池に流れる電流を遮断することが可能となる。このような二次電池を含む電気装置は、例えばいわゆる電池パックの形態であってよい。

[0019] 本発明において、温度に応じて抵抗が変化する「可変抵抗素子」とは、該素子が曝される温度環境に依存して該素子の電気抵抗が変化するものを言う。可変抵抗素子は、例えばPTC素子であり、好ましくはポリマーPTC素子である。PTC素子は電気／電子回路技術の分野において既知であるのでその詳細な説明は省略する。ポリマーPTC素子は、PPTC素子またはポリスイッチ(商標)とも呼ばれるものである。例え

ば、ポリマーPTC素子は、導電性フィラーが分散されたポリマー層を2枚の金属電極箔で挟んだ構造を有する。

[0020] また、可変抵抗素子が対象物および／または対象箇所に「熱的に結合して配置される」とは、該対象物／対象箇所の温度環境に曝されるようにして配置されることを言う。例えば、可変抵抗素子が対象物／対象箇所に少なくとも部分的に接触して、好ましくはこれに密着して配置されることを意味する。本発明のように、可変抵抗素子を電気装置の所定の箇所に熱的に結合させて配置することにより、該所定の箇所の温度に依存して可変抵抗素子の抵抗を変化させることができ、該所定の箇所の温度異常を検知することができる。例えば、可変抵抗素子としてPTC素子を用いれば、該所定の箇所が過熱により高温状態となり、PTC素子がトリップ温度以上に加熱されたときにPTC素子はHigh状態となり、その抵抗が急激に増大する。

[0021] 可変抵抗素子は少なくとも1つあればよいが、複数の可変抵抗素子を直列に電気接続して用いることが好ましい。複数の可変抵抗素子は別個に形成されていてよく、この場合、複数の可変抵抗素子を電気装置（例えば二次電池）の任意の様々な箇所に熱的に結合させて配置することができる。あるいは、複数の可変抵抗素子はその一部または全部が一体に形成されていてよい（例えば特許文献2を参照のこと）。いずれにせよ、複数の可変抵抗素子を用いることにより、1つの可変抵抗素子を用いる場合に比べて、電気装置に局所的な温度以上が生じていても、その温度異常をより迅速に検知することができる。尚、これら複数の可変抵抗素子の全てが直列に電気接続されている必要はなく、当業者であれば、可変抵抗素子の配置等に応じて適宜改変し得るであろう。

[0022] 可変抵抗素子は特に過熱が起き易い箇所に配置してよいが、複数の可変抵抗素子を用いる場合には電気装置の表面に均等に配置してもよい。可変抵抗素子は10cm<sup>2</sup>あたり少なくとも1個の割合で表面に配置することが好ましい。

[0023] また、本発明において、印加電圧に応じて電流を制御する「スイッチング素子」とは、スイッチング素子に印加される電圧に依存して、電気装置に流れる電流のON/OFFを制御し得る素子を言う。以下、電気装置に流れる電流がスイッチング素子により実質的に制限されない状態を単に「ON」と言い、電気装置に流れるべき電流がスイ

スイッチング素子により遮断され、電気装置に電流が実質的に流れない状態を単に「OFF」とも言うものとする。スイッチング素子は電界効果トランジスタ(Field-Effect Transistor)、即ちFETを含み、好ましくはMOSFETである。FETはスイッチング素子として電気／電子回路技術の分野において既知であるのでその詳細な説明は省略する。FETには、nチャンネル型またはpチャンネル型のいずれをも適宜用いることができる。

[0024] 本発明の1つの態様においては、過熱防止デバイスは抵抗器を更に含み、可変抵抗素子および抵抗器は互いに直列かつ電気装置に並列に電気接続され、スイッチング素子は抵抗器に並列に電気接続されている。このような構成によれば、複雑な制御回路を要することなく、極めて簡単な構成で本発明の目的を達成することができる。

[0025] より具体的には、スイッチング素子にFETを用いる場合、FETのゲートを可変抵抗素子と抵抗器の一端との間に電気接続し、FETのソースを抵抗器の他端に電気接続し、FETのソースおよびドレインが電気装置を含む電気回路の一部を構成するように電気接続する。このような構成によれば、FETのゲートソース間電圧が閾値より高いときには、ソースドレイン間に電流が流れるので、電気装置に電流を流し(ON)、ゲートソース間電圧が閾値以下となったときには、ソースドレイン間に電流が実質的に流れなくなるので、電気装置に流れる電流を遮断する(OFF)ことができる。

[0026] この場合において、ゲートソース間電圧の大きさは、以下の式(1)

[数1]

$$V_{GS} = \frac{R}{P+R} V_0 \quad \dots (1)$$

(式中、 $V_{GS}$ :ゲートソース間電圧、 $V_0$ :可変抵抗素子および抵抗器の両端電圧、 $P$ :可変抵抗素子の抵抗、 $R$ :抵抗器の抵抗)

によって表される。

[0027] 1個の可変抵抗素子を用いる場合、式(1)中の抵抗 $P$ は該可変抵抗素子そのものの抵抗であるが、 $n$ 個( $n$ は自然数)の可変抵抗素子を直列に電気接続して用いる場合には、抵抗 $P$ は、以下の式(2)により表されるように、個々の可変抵抗素子の抵抗 $p$

$p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$  の合成抵抗となる。

[数2]

$$P = p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n = \Sigma p \quad \dots (2)$$

[0028] 抵抗器は周知の抵抗器であってよく、一般的には固定抵抗器である。固定抵抗器の抵抗は、多少の温度依存性が認められるものの、実質的に一定であるとみなし得る。他方、可変抵抗素子の抵抗 $P$ は温度、より詳細には電気装置(例えば二次電池)と熱的に結合させた箇所の温度に依存して変化する。可変抵抗素子(複数の可変抵抗素子を用いる場合にはその全て)がLow状態にある場合は、抵抗 $P$ は比較的小さい所定の値( $=P_L$ )である。可変抵抗素子(複数の可変抵抗素子を用いる場合にはそのうちの少なくとも1つ)がHigh状態にある場合は、抵抗 $P$ は極めて大きな値( $=P_H$ )となる。可変抵抗素子の状態に応じて電流のON/OFFを制御するためには、前者の場合にはゲートソース間電圧 $V_{GS}$ が所定の閾値電圧 $V_{th}$ よりも大きく、後者の場合にはゲートソース間電圧 $V_{GS}$ が所定の閾値電圧 $V_{th}$ 以下になるように、本発明の過熱防止デバイスを設計する。

[0029] 本発明を限定するものではないが、可変抵抗素子の抵抗 $P$ と抵抗器の抵抗 $R$ との関係は、 $R/P_L > 10$ かつ $R/P_H < 1/10$ となるように設計することが好ましい。

[0030] 好ましい態様においては、本発明の過熱防止デバイスは、電気装置の過電流を防止するために、温度に応じて抵抗が変化する別の可変抵抗素子、例えばPTC素子を更に含む。過電流防止用の可変抵抗素子は、上記のような温度異常検知用の可変抵抗素子とは異なり、電気装置を含む電気回路に直列に電気接続される。

[0031] 本発明の1つの態様において、本発明の過熱防止デバイスと組み合わせて用いられ得る二次電池(またはセル)は、例えばニッケル水素二次電池、ニカド二次電池、リチウムイオン二次電池、リチウムマンガン二次電池、リチウムポリマー二次電池ならびにその他種々の二次電池であってよい。

[0032] 本発明の過熱防止デバイスは、例えば携帯電話、携帯情報端末(PDA)、ノート型パソコン、デジタルカメラ、デジタルムービーなどの携帯型機器などに内蔵されるような二次電池の過熱防止のために用いられ得る。しかし、本発明の過熱防止デバイスはこれに限定されず、熱の蓄積が問題となる携帯型または移動可能な(または占有

空間の制限を受け得るような)種々の電気装置において、様々な電気／電子部品の過熱防止のために用いられ得るであろう。

- [0033] また、本発明の別の要旨によれば、上記のような本発明の過熱防止デバイスを備える電気装置もまた提供される。本発明の1つの態様において、電気装置は電気的な要素と電気接続されて電気回路を構成する二次電池を含み、二次電池と要素との間に過熱防止デバイスが並列に電気接続される。電気的な要素には、例えば二次電池を電源として動作する種々のアプリケーション回路などの負荷、または二次電池の充電のための充電器などの外部電源を含む。このような電気装置は、上記に例示したような携帯型機器などであり得る。しかし、本発明の電気装置はこれに限定されず、二次電池に加えて、またはこれに代えて種々の部品を含む電気装置であってよい。

### 発明の効果

- [0034] 本発明によれば、例えば二次電池を含む電気装置の温度に依存して電気装置に流れる電流を遮断し、電気装置の過熱を効果的に防止することができる新規な過熱防止デバイスおよびこれを備える電気装置が提供される。PTC素子のみで温度異常を検知して電気装置装置に流れる電流を制限する従来の場合と異なり、本発明の過熱防止デバイスおよび／または電気装置によれば、例えばPTC素子などの可変抵抗素子で温度異常を検知し、スイッチング素子を通じて電気装置に流れる電流を制御するので、電気装置の電力効率の低下を無視可能な程度に小さくすることができる。

- [0035] また、本発明において可変抵抗素子を複数個用いる場合には、複数の可変抵抗素子を電気装置の様々な箇所に取り付けることができるので、1つの可変抵抗素子を用いる場合に比べて、電気装置の温度異常をより迅速に検知することができ、局所的な温度異常の発生に好適に対処できる。

### 図面の簡単な説明

- [0036] [図1]本発明の1つの実施形態における過熱防止デバイスが組み込まれた電気回路のブロック図である。

[図2]図1の実施形態における過熱防止デバイスの使用状態を説明する図であって、



温度異常検知用PTC素子を取り付けられた二次電池の斜視図である。

[図3]図1の実施形態の改変例を示す電気回路のブロック図である。

[図4]過熱防止用PTC素子が組み込まれた従来の電気回路のブロック図である。

#### 符号の説明

- [0037]    1   二次電池  
          3   アプリケーション回路  
          7a、7b   端子  
          10   電気回路  
          11   PTC素子(温度異常検知用)  
          13   抵抗器  
          15   FET  
          17   PTC素子(過電流防止用)  
          19   配線  
          20   過熱防止デバイス

#### 発明を実施するための最良の形態

[0038]    本発明の1つの実施形態における過熱防止デバイスおよびこれを備える電気装置(図示せず)について以下に説明する。

[0039]    図1は、本実施形態の過熱防止デバイス20が組み込まれた、二次電池を含む電気回路10のブロック図である。図1に示すように、概略的には、二次電池1がアプリケーション回路(電気的要素)3と端子7aおよび7bを介して配線19により電気接続されて電気回路10を構成している。この電気回路10において、二次電池1とアプリケーション回路3との間に過熱防止デバイス20(図中、点線にて囲まれた部分)が並列に電気接続されて組み込まれている。本実施形態における電気装置(図示せず)は、端子7aおよび7bより左側の二次電池1と過熱防止デバイス20とを備える部分であり、いわゆる電池パックに相当する。アプリケーション回路3は端子7aおよび7bを介してこの電気装置と着脱可能であり得る。

[0040]    この過熱防止デバイス20においてはn個のPTC素子11と抵抗器13とが直列に接続されている。また、抵抗器13とFET15とが並列に接続されているが、FET15のゲ

ート(G)はPTC素子11と抵抗器13の一端との間に電気接続され、FET15のソース(S)は抵抗器13の他端と電気接続されている。また、FET15のドレイン(D)は、後述するオプションのPTC素子17を介して、アプリケーション回路3に電気接続されており、ソース(S)およびドレイン(D)が二次電池1とアプリケーション回路3を含む電気回路の一部を構成するように配置されている。

[0041] PTC素子11および抵抗器13の両端電圧 $V_0$  (即ち、図1のa-b間の電圧)は、二次電池1の両端電圧 $V$ と等しい。また、FET15のゲート-ソース間電圧 $V_{gs}$ は、抵抗器13の両端電圧に等しく、上述の式(1)にて表される。また、 $n$ 個のPTC素子の合成抵抗 $P$ は、上述の式(2)により表される。

[0042]  $n$ 個のPTC素子11はいずれも二次電池1の温度異常検知用であり、例えば図2に示すように二次電池1の上面に密着して配置してよいが、これに限定されず、その側面および下面にも配置されていてよい。図2中、配線19の位置aおよびbは、図1のブロック図に示す箇所aおよびbにそれぞれ相当する。尚、図2では例示的に4つのPTC素子11を示すが、これより少ない、または多数のPTC素子11を用いてもよい。

[0043] 二次電池1には、例えばニカド二次電池、ニッケル水素二次電池、またはリチウムイオン二次電池などを用い得る。二次電池1の両端電圧 $V$ は特に限定されないが、例えば約0.8〜3.2Vとされ得る。このような二次電池1に電気接続されるアプリケーション回路3には、任意の適切なアプリケーション回路または負荷を用い得る。

[0044] PTC素子11には、二次電池1が過熱状態にあるかどうかの判断の基準温度がトリップ温度に対応するような、適切な電気特性を有するPTC素子を用いる。例えば、直流電源により各PTC素子11に約0.2Vの電圧を印加し、約2mAの電流を流す条件下において、PTC素子11のトリップ温度は約70〜120℃とされ得る。また、同条件下において、PTC素子11のLow状態(典型的には素子温度 約20℃)のときの抵抗値は約10Ω〜1kΩ、PTC素子11のHigh状態(典型的には素子温度 約100℃)のときの抵抗値は約100Ω〜10kΩとされ得る。

[0045] PTC素子11の個数( $n$ )は、二次電池1の所望の温度検知箇所に応じて用い得る。PTC素子11を複数個用いる場合(即ち、 $n$ が2以上のとき)、そのうちの全てまたは一部が同じ電気特性を有していても、異なる電気特性を有していてもよい。これらPTC

素子は二次電池の全表面になるべく均等に、例えば $10\text{cm}^2$ あたり少なくとも1個の割合で配置することが好ましい。PTC素子11の数は、電気装置の全表面積にもよるが、一般的には2個〜約10個である。

[0046] また、抵抗器13には任意の適切な固定抵抗器を用い得る。抵抗器13の抵抗 $R$ は、PTC素子11の抵抗 $P(=\Sigma p)$ に対して、 $R/P_L > 10$ かつ $R/P_H < 1/10$ となるように設計することが好ましい。ここで、 $P_L$ は全てのPTC素子11がLow状態にあるときの値であり、 $P_H$ は少なくとも1つのPTC素子11がトリップしてHigh状態となったときの値である。

[0047] FET15にはnチャンネル型MOSFETを用いる。このFET15の閾値電圧 $V_{th}$ は、二次電池1の両端電圧、抵抗器13の抵抗値、PTC素子11のトリップ温度、Low状態およびHigh状態の抵抗値ならびにPTC素子11の個数などの種々の因子にもよるが、例えば約0.8〜2.0Vとされ得る。

[0048] 更に、オプションとして、温度異常検知用のPTC素子11に加えて過電流防止用のPTC素子17を二次電池1とアプリケーション回路3との間に直列に電気接続して設け得る。図1には、PTC素子17はアプリケーション回路3とFET15のドレインとの間に設けるものとして示したが、これに限定されず、二次電池1とアプリケーション回路3との間のいずれかの箇所に直列に挿入されていればよい。過電流防止用のPTC素子17には、二次電池1に流れる電流が過電流であるかどうかの判断の基準温度がトリップ温度に対応するような、適切な電気特性を有するPTC素子が用い得る。

[0049] 尚、各部材間の電気接続のための配線19は一般的な配線であってよい。例えば銅、ニッケル、クロムなどの導電性材料が任意の適切な形態で用い得る。

[0050] 次に、上記のような電気回路10の作動下での過熱防止デバイス20の機能について説明する。

[0051] まず、二次電池1が通常の状態、例えば二次電池1の表面温度が約−20〜70℃の状態では、全てのPTC素子11がLow状態にある。よって、各PTC素子11の抵抗 $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ が小さく、これらの合成抵抗 $P(\Sigma p)$ も小さい。この結果、ゲートソース間電圧 $V_{gs}$ は比較的大きな値、例えば二次電池の両端電圧 $V$ が約3Vであるときは約1.5〜2.0Vとなる。このようなゲートソース間電圧 $V_{gs}$ は、例えば約0.8〜

1. 2Vの閾値電圧 $V_{th}$ よりも高いので、FET15のソース(S)ードレイン(D)間に電流が流れ、二次電池1を含む電気回路10に流れる電流をONにする。

[0052] 次に、二次電池1における放電反応などにより二次電池1の温度が上昇すると、二次電池1に密着して配置したPTC素子11の温度もこれにつれて上昇する。二次電池1が過熱状態となり、少なくとも1つのPTC素子11の温度がそのトリップ温度を超えた場合には、Low状態からHigh状態に遷移してそのPTC素子11の抵抗 $P_m$  (但し、 $m$ は1〜 $n$ の任意の自然数)が急激に増加し、合成抵抗 $P$ も急激に増加する。この結果、ゲートーソース間電圧 $V_{gs}$ は極めて小さな値、例えば二次電池の両端電圧 $V$ が約3Vであるときは約0.2〜0.4Vとなる。このようなゲートーソース間電圧 $V_{gs}$ は、例えば上記のような閾値電圧 $V_{th}$ よりも低いので、FET15のソース(S)ードレイン(D)間に電流が流れずに、二次電池1を含む電気回路10に流れる電流をOFFにする。

[0053] その後、過熱を引き起こしていた要因が除去されると、High状態にあったPTC素子11はLow状態に戻り、該PTC素子の抵抗 $P_m$ が急激に減少する。すべてのPTC素子11がLow状態となって合成抵抗 $P$ が元の小さい値に戻ると、FET15のソース(S)ードレイン(D)間に電流が流れ、二次電池1を含む電気回路に流れる電流がONに復帰する。

[0054] このように、本実施形態の過熱防止デバイス20を用いることにより、二次電池1に流れる電流のON/OFFを二次電池1の温度に応じて制御することができる。換言すれば、本実施形態の過熱防止デバイス20を用いることにより、二次電池1の温度異常をPTC素子11により検知して、過熱防止デバイス20の制御機能により二次電池1を含む電気回路に流れる電流を遮断することができる。このような電流の遮断(OFF)は、複数のPTC素子の少なくとも1つが二次電池1の温度異常を検知したときに実施され、また、全てのPTC素子が二次電池1の温度異常を検知していないときにのみ電流が流れる(ON)ので、二次電池の過熱防止を効果的に実現することができる。よって、二次電池1が局所的な過熱状態にあるときでも、これを迅速に検知して、二次電池を含む電気回路10の安全性を従来よりも飛躍的に向上させることができる。

[0055] また、上記のような二次電池1の過熱防止に加えて、PTC素子17により過電流防止も実現される。

- [0056] 二次電池1に流れる電流が、例えばアプリケーション回路3の故障などの何らかの要因により過大となったときには、PTC素子17にて大きなジュール熱が発生する。やがてPTC素子17の温度がそのトリップ温度を超えると、Low状態からHigh状態に遷移し、PTC素子17の抵抗が急激に増加して二次電池1を含む電気回路に流れる電流を減少させる。このとき、PTC素子17は熱平衡状態にあり、High状態を維持して電気回路を保護する。過電流を引き起こしていた要因が除去され、やがてPTC素子17の温度がそのトリップ温度以下に低下すると、Low状態に戻ってPTC素子17の抵抗が急激に減少し、二次電池1を含む電気回路の電流がONに復帰する。
- [0057] これにより、PTC素子17を用いて、二次電池1を含む電気回路10の過電流を防止することができる。本実施形態の過熱防止デバイス20は、このような過電流防止用のPTC素子17を備えることが好ましいが、本発明の実施に必須ではないことに留意されるべきである。
- [0058] 以上、本実施形態の過熱防止デバイスおよび電気装置について説明したが、本発明の概念を逸脱しない範囲で種々の改変が当業者によりなされるであろう。
- [0059] 例えば、本実施形態ではスイッチング素子としてnチャンネル型MOSFETを用いることとしたが、pチャンネル型MOSFETを用いることもできる。この場合には図3に示すような電気回路を適用し得る。図3に示す過熱防止デバイス20'においては、図1のnチャンネル型MOSFET15に代えてpチャンネル型MOSFET15'を用いたことを除き、図1と同様の部品を用いている。尚、図3中、図1と対応する部品には同様の参照番号を付すものとし、詳細な説明は省略する。図3に示す過熱防止デバイス20'は、図1の本実施形態の過熱防止デバイス20と同様の機能を果たすものである。
- [0060] また、本実施形態では本発明の1つの例として二次電池の放電時に適用される過熱防止デバイスおよび電気装置について説明したが、本発明の原理に基づいて、充電時に適用される過熱防止デバイスおよび電気装置を設計できることは当業者には理解され得るであろう。

#### 産業上の利用可能性

- [0061] 本発明の過熱防止デバイスは、例えば二次電池などの電気装置の過熱を効果的に防止するために好適に用いられ得る。

## 請求の範囲

- [1] 温度に応じて抵抗が変化する可変抵抗素子を含む過熱防止デバイスであって、電気装置に流れる電流を印加電圧に応じて制御するスイッチング素子を更に含み、可変抵抗素子は電気装置の所定の箇所に熱的に結合して配置され、所定の箇所が高温状態となったときにスイッチング素子の印加電圧を変化させて電気装置に流れる電流を遮断することを特徴とする、過熱防止デバイス。
- [2] 電気装置は二次電池を含み、可変抵抗素子は二次電池に熱的に結合して配置される、請求項1に記載の過熱防止デバイス。
- [3] 可変抵抗素子がPTC素子である、請求項1または2に記載の過熱防止デバイス。
- [4] 可変抵抗素子は直列に電気接続された複数の可変抵抗素子で構成される、請求項1〜3のいずれかに記載の過熱防止デバイス。
- [5] 過熱防止デバイスは抵抗器を更に含み、  
可変抵抗素子および抵抗器は互いに直列かつ電気装置に並列に電気接続され、  
スイッチング素子は抵抗器に並列に電気接続されている、  
請求項1〜4のいずれかに記載の過熱防止デバイス。
- [6] スwitchング素子がFETであり、  
FETのゲートが可変抵抗素子と抵抗器の一端との間に電気接続され、  
FETのソースが抵抗器の他端に電気接続され、  
FETのソースおよびドレインが電気装置を含む電気回路の一部を構成するように電気接続され、  
FETのゲート−ソース間電圧が閾値以下になったときにFETのソース−ドレイン間に電流が実質的に流れなくなることにより、電気装置に流れる電流を遮断する、  
請求項5に記載の過熱防止デバイス。
- [7] ゲート−ソース間電圧の大きさは、以下の式(1)

[数1]

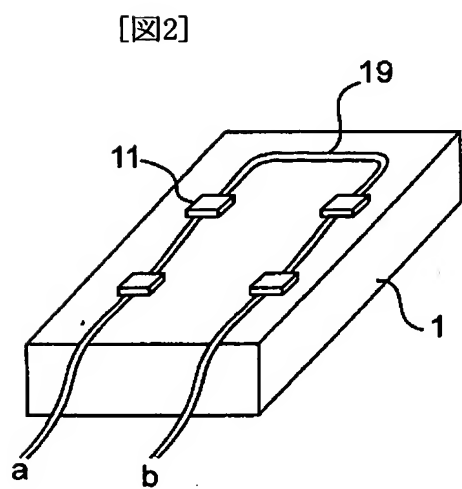
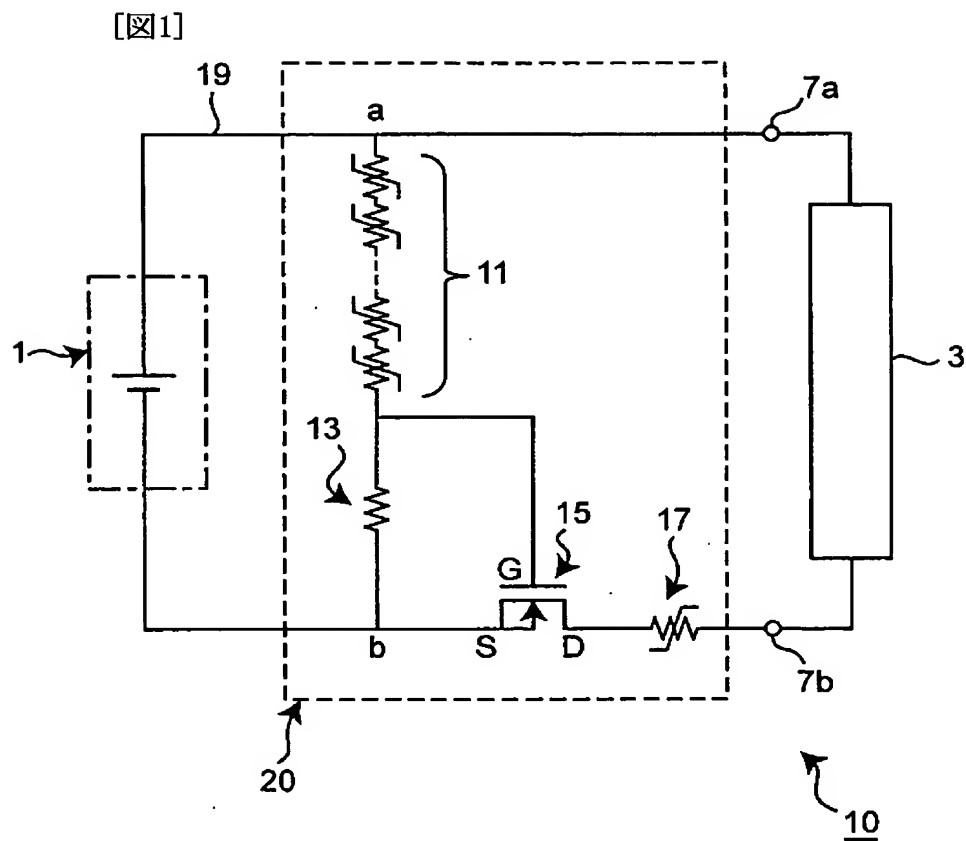
$$V_{GS} = \frac{R}{P+R} V_0 \quad \dots (1)$$

(式中、 $V_{GS}$  はゲート−ソース間電圧、 $V_0$  は可変抵抗素子および抵抗器の両端電圧、

Pは可変抵抗素子の抵抗、Rは抵抗器の抵抗である)

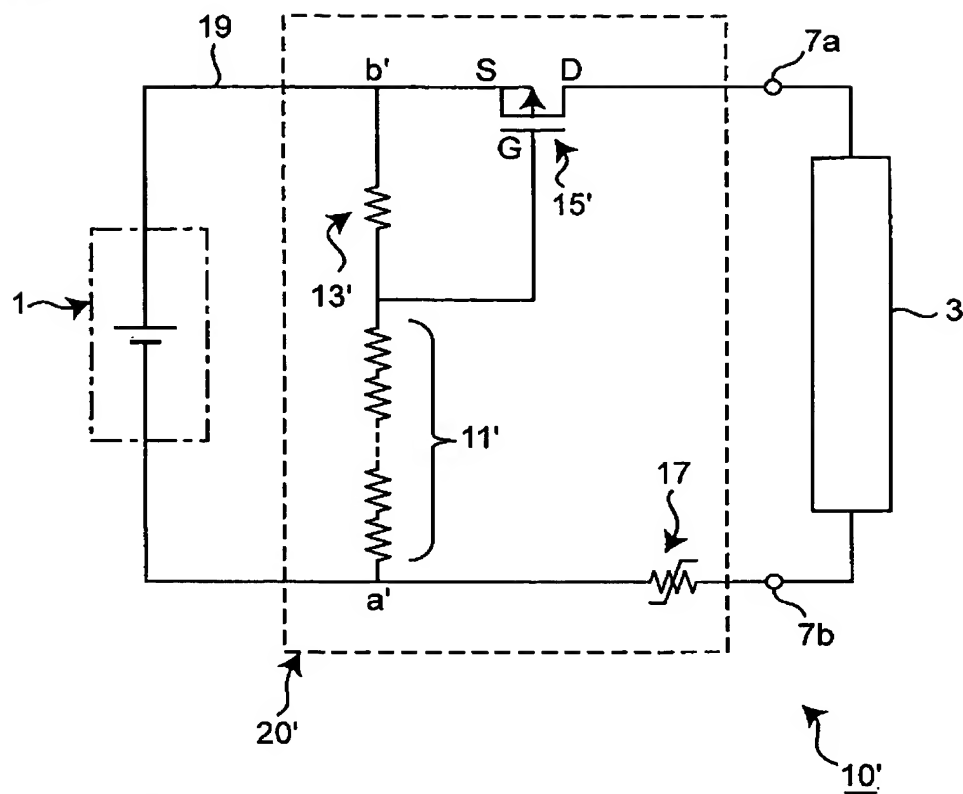
によって表される、請求項6に記載の過熱防止デバイス。

- [8] 電気装置の過電流を防止するために、温度に応じて抵抗が変化する別の可変抵抗素子を更に含む、請求項1〜7のいずれかに記載の過熱防止デバイス。
- [9] 別の可変抵抗素子がPTC素子である、請求項8に記載の過熱防止デバイス。
- [10] 請求項1〜9のいずれかに記載の過熱防止デバイスを備える、電気装置。
- [11] 電気装置は電氣的要素と電気接続されて電気回路を構成する二次電池を含み、過熱防止デバイスは二次電池と電氣的要素との間に並列に電気接続される、請求項10に記載の電気装置。





[図3]



[図4]

